

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

EXPRESS MAIL NO. EV351235241US

Applicant : Michiaki Hayashi, et al.  
Application No. : N/A  
Filed : December 3, 2003  
Title : OPTICAL SIGNAL PROCESSOR AND METHOD THEREOF  
  
Grp./Div. : N/A  
Examiner : N/A  
  
Docket No. : 51443/DBP/T360

LETTER FORWARDING CERTIFIED  
PRIORITY DOCUMENT

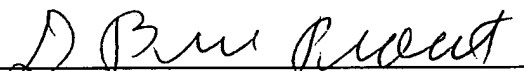
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

PostOffice Box 7068  
Pasadena, CA 91109-7068  
December 3, 2003

Commissioner:

Enclosed is a certified copy of Japanese Patent Application No. 2003-088851, which was filed on March 27, 2003, the priority of which is claimed in the above-identified application.

Respectfully submitted,  
CHRISTIE, PARKER & HALE, LLP

By   
D. Bruce Prout  
Reg. No. 20,958  
626/795-9900

DBP/aam  
Enclosure: Certified copy of patent application

AAM PAS539320.1-\*-12/3/03 11:43 AM

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   3 月 2 7 日  
Date of Application:

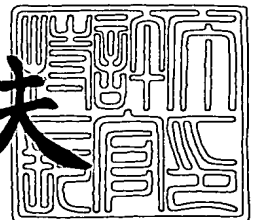
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 8 8 8 5 1  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 0 8 8 8 5 1 ]

出   願   人            K D D I 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 3 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号   出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 0 8 4 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 KDD03019

【提出日】 平成15年 3月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/37

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県上福岡市大原二丁目 1 番 1 5 号株式会社ケイディー  
                        ーディーアイ研究所内

    【氏名】 林 通秋

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県上福岡市大原二丁目 1 番 1 5 号株式会社ケイディー  
                        ーディーアイ研究所内

    【氏名】 田中 英明

【特許出願人】

    【識別番号】 000208891

    【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿二丁目 3 番 2 号

    【氏名又は名称】 K D D I 株式会社

    【代表者】 小野寺 正

【代理人】

    【識別番号】 100090284

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 田中 常雄

    【電話番号】 03-5396-7325

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 011073

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0016425

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 光信号処理装置及び方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 信号波長のパルス信号光（10）の入力端子と、

当該信号波長とは異なるプローブ波長のプローブ光（14）の入力端子と、

当該プローブ光（14）を 2 分割する第 1 の分波器（16）と、

当該第 1 の分波器（16）の一方の出力光と当該パルス信号光（10）とが入力する XPM 光デバイスであって、当該パルス信号光（10）の振幅変化に応じて当該分波器（16）の一方の出力光の光位相を変調する XPM 光デバイス（20）と、

当該 XPM 光デバイス（20）で光位相を変調された当該プローブ波長の光を 2 分割する第 2 の分波器（24）と、

当該パルス信号光（10）の非パルス期間に相当する期間において同じ光位相関係で、当該第 1 の分波器（16）の他方の出力光と当該第 2 の分波器（24）の一方の出力光とを合波する第 1 の合波器（28）と、

当該パルス信号光（10）のパルス期間に相当する期間において同じ光位相関係で、当該第 2 の分波器（24）の他方の出力光に当該第 1 の合波器（28）の出力光を合波する第 2 の合波器（32）

とを具備することを特徴とする光信号処理装置。

【請求項 2】 当該プローブ光（14）が連続光からなる請求項 1 に記載の光信号処理装置。

【請求項 3】 信号波長のパルス信号光（10）を入力し、

当該信号波長とは異なるプローブ波長のプローブ光（14）を入力し、

当該プローブ光（14）を 2 分割して、第 1 プローブ光成分と第 2 プローブ光成分を生成し、

XPM デバイス（20）により当該パルス信号光（10）の振幅変化に応じて当該第 1 プローブ光成分の光位相を変調し、

位相変調された第 1 プローブ光成分を 2 分割して、第 1 PM 変調光（24 a）と第 2 PM 変調光（24 b）を生成し、



当該パルス信号光（10）の非パルス期間に相当する期間において同じ光位相関係で、当該第1PM変調光（24a）と当該第2プローブ光成分とを実質的に同じ振幅で合波し、

当該パルス信号光（10）のパルス期間に相当する期間において同じ光位相関係で、当該第2PM変調光（24b）に、当該第1PM変調光（24a）と当該第2プローブ光成分の合波光を合波する

ことを具備することを特徴とする光信号処理方法。

【請求項4】 当該プローブ光（14）が連続光からなる請求項3に記載の光信号処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光信号処理装置及び方法に関し、より具体的には、半導体光増幅器の相互位相変調（XPM）を利用する光信号処理装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

屈折率を変調する相互位相変調XPM（Cross Phase Modulation）、及び、利得（又は吸収量）を変調する相互利得変調XGM（Cross Gain Modulation）は、光信号を別の光で制御する光デバイスを実現する。XPM又はXGMの光素子としては、半導体光増幅器が知られている。

【0003】

例えば、データを搬送する信号光とCW光をXPM又はXGM光素子に入力することにより、CW光を信号光により変調することができる。これは、データを搬送する光キャリアの変更、即ち、波長変換に利用される。また、一方を制御光とすることで、光スイッチ又は光ゲートを実現できる。

【0004】

SOAを使用する波長変換装置が、

特開2002-40504号公報（米国特許6437905号公報）

特開平 11-119275 号公報 (米国特許 6256137 号公報)

米国特許 6349106 号公報

米国特許 6294821 号公報

米国特許 6259552 号公報

特開平 10-213826 号公報 (米国特許 5946129 号公報)

米国特許 6046841 号公報及び

特開平 10-78595 号公報 (米国特許 5959764 号公報)

に記載されている。特開平 10-78595 号公報 (米国特許 5959764 号公報) には、電気吸収型光変調器の相互吸収飽和特性を使用する波長変換装置も記載されている。

#### 【0005】

図 3 は、SOA を使用する従来の波長変換装置の概略構成ブロック図を示し、図 4 は、各部の波形例を示す。

#### 【0006】

データを搬送する信号波長  $\lambda_s$  のパルス信号光 50 が、合波器 52 に入力する。図 4 の波形 70 は、入力パルス信号光 50 の波形例を示す。以下の説明では、パルス信号光 50 で光パルスの存在する期間及びこれに対応する期間をパルス期間、光パルスの無い期間及びこれに対応する期間を非パルス期間と呼ぶ。

#### 【0007】

信号波長  $\lambda_s$  とは異なるプローブ波長  $\lambda_p$  の連続光 (プローブ光) 54 が、分波器 56 に入力する。分波器 56 は、CW プローブ光 54 を 2 分割し、一方を合波器 52 に印加し、他方を位相調整器 58 に印加する。

#### 【0008】

合波器 52 は、入力パルス信号光 50 と分波器 56 からの CW プローブ光 54 を合波し、その合波光を半導体光増幅器 (SOA) 60 に印加する。SOA 60 は、XPM により、パルス信号光 50 の振幅変化に応じて CW プローブ光 54 の光位相を変調する。ここでは、パルス信号光 50 のパルス期間と非パルス期間とで、CW プローブ光 54 の光位相が  $\pi$  だけ異なるように、SOA 60 のバイアスが設定されているとする。

## 【0009】

光バンドパスフィルタ 62 は、SOA 60 の出力光からプローブ波長  $\lambda_p$  の成分のみを透過する。図 4 の波形 72 は、光バンドパスフィルタ 62 の出力光（プローブ波長  $\lambda_p$ ）の振幅及び位相変化を示す。SOA 60 は XGM 効果も具備するので、入力パルス信号光 50 の振幅変化に応じて CW プローブ光 54 の振幅を変化させる。この変化は、CW プローブ光 54 に対する AM ノイズとなる。特に、パルス期間の中央に大きな AM ノイズが重畳する。これは、パルス信号光 50 のパルス期間では、SOA 60 の波長  $\lambda_p$  に対するゲインが低下することに起因する。図 4 では、省略してあるが、SOA 60 に入力するパルス信号光 50 のデータパターンに依存したパターン効果も、CW プローブ光 54 に AM ノイズを重畳させる。このような XGM 及びパターン効果の無い理想的な状態では、光バンドパスフィルタ 62 の出力光の振幅はフラットになり、その光位相のみが、パルス信号光 50 の振幅に応じて変化する。

## 【0010】

位相調整器 58 は、光バンドパスフィルタ 62 のマーク部分の光位相に対して相対的に  $\pi$  だけずれた光位相関係になるように、分波器 56 からの CW プローブ光 54 の光位相を調整する。

## 【0011】

合波器 64 は、光バンドパスフィルタ 62 の出力光に、位相調整装置 58 により光位相を調整された CW プローブ光を合波する。図 4 の波形 74 は、合波器 64 の出力光 66 の波形を示す。合波器 64 の出力光 66 は、入力パルス信号光 50 の波長を  $\lambda_s$  からプローブ波長  $\lambda_p$  に変換した波長変換信号光になっている。

## 【0012】

## 【発明が解決しようとする課題】

従来の構成では、波長変換後の信号光（合波器 64 の出力光 66）には、図 4 の波形 74 に示すように、SOA 60 の XGM による AM ノイズが重畳している。合波器 64 の出力光 66 には更には、入力パルス信号光 50 のデータパターンによるパターン効果による、より長い周期の AM ノイズも重畳する。このような AM ノイズは、伝送特性を大きく劣化させ、データ伝送を不安定にする。



## 【0 0 1 3】

これは、波長変換装置に限らず、2つの波長の光のXPMによる相互作用を利用する光デバイスであって、XGM及び／又はパターン効果によるAMノイズが重畳する光デバイスで一般的に生じ得る問題である。

## 【0 0 1 4】

本発明は、XGM及び／又はパターン効果によるAMノイズを効果的に抑圧した光信号処理装置及び方法を提示することを目的とする。

## 【0 0 1 5】

## 【課題を解決するための手段】

本発明に係る光信号処理装置は、信号波長のパルス信号光の入力端子と、当該信号波長とは異なるプローブ波長のプローブ光の入力端子と、当該プローブ光を2分割する第1の分波器と、当該第1の分波器の一方の出力光と当該パルス信号光とが入力するXPM光デバイスであって、当該パルス信号光の振幅変化に応じて当該分波器の一方の出力光の光位相を変調するXPM光デバイスと、当該XPM光デバイスで光位相を変調された当該プローブ波長の光を2分割する第2の分波器と、当該パルス信号光の非パルス期間に相当する期間において同じ光位相関係で、当該第1の分波器の他方の出力光と当該第2の分波器の一方の出力光とを合波する第1の合波器と、当該パルス信号光のパルス期間に相当する期間において同じ光位相関係で、当該第2の分波器の他方の出力光に当該第1の合波器の出力光を合波する第2の合波器とを具備することを特徴とする。

## 【0 0 1 6】

本発明に係る光信号処理方法は、信号波長のパルス信号光を入力し、当該信号波長とは異なるプローブ波長のプローブ光を入力し、当該プローブ光を2分割して、第1プローブ光成分と第2プローブ光成分を生成し、XPMデバイスにより当該パルス信号光の振幅変化に応じて当該第1プローブ光成分の光位相を変調し、位相変調された第1プローブ光成分を2分割して、第1PM変調光と第2PM変調光を生成し、当該パルス信号光の非パルス期間に相当する期間において同じ光位相関係で、当該第1PM変調光と当該第2プローブ光成分とを実質的に同じ振幅で合波し、当該パルス信号光のパルス期間に相当する期間において同じ光位

相関係で、当該第2 PM変調光に、当該第1 PM変調光と当該第2 プローブ光成分の合波光を合波することを具備することを特徴とする。

【0017】

好ましくは、当該プローブ光が連続光からなる。

【0018】

【実施例】

以下、図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

【0019】

図1は、本発明の一実施例の概略構成ブロック図を示し、図2は、本実施例の各部の波形例を示す。なお、図2では、各波形40～46のタイミング関係を理解しやすいように、本実施例の各光デバイスによる遅延は無視してある。

【0020】

データを搬送する信号波長 $\lambda_s$ のパルス信号光10が、合波器12に入力する。図2の波形40は、入力パルス信号光10の波形例を示す。以下の説明では、パルス信号光10で光パルスの存在する期間及びこれに対応する期間をパルス期間、光パルスの無い期間及びこれに対応する期間を非パルス期間と呼ぶ。

【0021】

信号波長 $\lambda_s$ とは異なるプローブ波長 $\lambda_p$ の連続光（プローブ光）14が、分波器16に入力する。分波器16は、CWプローブ光14を均等に2分割し、一方は合波器12に印加され、他方は、位相調整器18及び減衰器26を介して合波器28に印加される。

【0022】

合波器12は、入力パルス信号光10と分波器16からのCWプローブ光14を合波し、その合波光を半導体光増幅器（SOA）20に印加する。SOA20は、XPMにより、パルス信号光10の振幅変化に応じてCWプローブ光14の光位相を変調する。ここでは、パルス信号光10のパルス期間と非パルス期間とで、CWプローブ光14の光位相が $\pi$ だけ異なるように、SOA20のバイアスが設定されているとする。

【0023】

光バンドパスフィルタ (OBPF) 22 は、SOA 20 の出力光からプローブ波長  $\lambda_p$  の成分、即ち PM 変調光のみを透過する。図 2 の波形 42 は、光バンドパスフィルタ 22 から出力される PM 変調光 (プローブ波長  $\lambda_p$ ) の振幅及び位相変化を示す。XGM 及びパターン効果により、SOA 20 では、CW プローブ光 14 の振幅に AM ノイズが重畳する。ここまでは、図 3 に示す従来例の構成と全く同じである。

#### 【0024】

分波器 24 は、光バンドパスフィルタ 22 から出力される波長  $\lambda_p$  の PM 変調光を 2 分割し、一方の PM 変調光 24a が合波器 28 の第 1 の入力ポートに入力し、他方の PM 変調光 24b が合波器 32 に入力する。

#### 【0025】

光分波器 16 で分割された CW プローブ光は、位相調整器 18 及び減衰器 26 を介して合波器 28 の第 2 の入力ポートに入力する。位相調整器 18 は、合波器 28 の第 2 の入力ポートに入力する CW プローブ光の光位相が、合波器 28 の第 1 の入力ポートに入力する PM 変調光 24a のパルス期間の光位相と逆になるように、分波器 16 からの CW プローブ光 14 の光位相を調整する。また、減衰器 26 は、合波器 28 の第 2 の入力ポートに入力する CW プローブ光の振幅が、合波器 28 の第 1 の入力ポートに入力する PM 変調光 24a の振幅と同程度になるように、位相調整器 18 の出力光の振幅を調整する。減衰器 26 を位相変調器 18 の前に配置してもよい。位相調整器 18 及び減衰器 26 により、合波器 28 に入力する位相変調光 24a と CW プローブ光 (減衰器 26 の出力光) とは、振幅がほぼ同じで、且つ、位相変調光 24a の非パルス期間で光位相が同じになる。

#### 【0026】

合波器 28 は、分波器 24 からの PM 変調光 24a (波形 42) に減衰器 26 の出力光 (CW プローブ光) を合波する。合波器 28 の両入力光は、PM 変調光 24a (波形 42) のパルス期間では逆の光位相になり、PM 変調光 24a (波形 42) の非パルス期間では同じ光位相になり、且つ、振幅がほぼ同じであるので、合波器 28 の出力光は、図 2 の波形 44 に示すように、パルス期間に光パルスが存在せず、非パルス期間に光パルスが存在する、パルス信号光 10 を反転し



た光パルス波形になる。但し、波形 4 4 に示すように、パルス期間には、PM 変調光 2 4 a, 2 4 b (波形 4 2) の AM ノイズとは逆位相の AM ノイズが重畳し、非パルス期間には、PM 変調光 2 4 a, 2 4 b (波形 4 2) の AM ノイズと同位相の AM ノイズが重畳している。

#### 【0027】

合波器 2 8 の出力光は、減衰器 3 0 を介して合波器 3 2 の別の入力に入力する。減衰器 3 0 は、減衰器 3 0 の出力光の非パルス期間の振幅が、合波器 2 4 から合波器 3 2 に入力する PM 変調光 2 4 b の非パルス期間の振幅と同程度になるように、合波器 2 8 の出力光を減衰する。合波器 2 8 での干渉により、非パルス期間では、合波器 2 8 の出力光の振幅が、PM 変調光 2 4 b の振幅より約 3 dB、大きくなっているからである。

#### 【0028】

合波器 3 2 は、PM 変調光 2 4 b (波形 4 2) に、減衰器 3 0 の出力光 (波形 4 4) を逆位相、即ち光位相差  $\pi$  で合波する。即ち、パルス期間では、PM 変調光 2 4 b (波形 4 2) と減衰器 3 0 の出力光 (波形 4 4) が同相で加算され、非パルス期間では、PM 変調光 2 4 b (波形 4 2) と減衰器 3 0 の出力光 (波形 4 4) が逆相で加算される。これにより、非パルス期間の光が干渉により消滅する。合波器 3 2 の出力光 3 4 は、図 2 の波形 4 6 に示すように、パルス期間に光パルスがあり、非パルス期間にはノイズ光のみがある、実質的にパルス信号光 1 0 と同じ波形を具備する。

#### 【0029】

AM ノイズ成分については、合波器 2 8 が AM ノイズ成分を抽出し、合波器 3 2 が、抽出された AM ノイズ成分を PM 変調光に逆位相で加算している。具体的には、PM 変調光 2 4 b (波形 4 2) と減衰器 3 0 の出力光 (波形 4 4) とでは AM ノイズ成分の光位相が反転している。従って、合波器 3 0 は、PM 変調光 2 4 b (波形 4 2) に重畳する AM ノイズを抑圧するように作用する。図 2 の波形 4 6 に模式的に示すように、SOA 2 0 による AM ノイズが大幅に抑圧されたプローブ波長  $\lambda_p$  のパルス信号光 3 4 が得られる。

#### 【0030】



分波器 16, 24 の分岐比及び合波器 28, 32 の合波比によっては、減衰器 26, 30 を省略する構成も可能である。また、前述したように、デバイス 12, 16 ~ 32 による遅延によっては、適当な箇所にタイミング調整用の遅延素子を配置する必要があることはいうまでもない。

#### 【0031】

プローブ光 14 が CW 光である実施例を説明したが、プローブ光 14 が、入力パルス信号光 10 に同期するパルス信号からなる場合、SOA 20 は、プローブ光 14 とパルス信号光 10 との 2 進論理演算を行う論理演算デバイスとして機能する。例えば、図 1 に示す実施例はまた、光ゲート又は光スイッチとして機能することが可能である。

#### 【0032】

##### 【発明の効果】

以上の説明から容易に理解できるように、本発明によれば、光相互作用デバイスにおける XGM 及びパターン効果による AM ノイズを効率的に抑圧することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例の概略構成ブロック図である。

【図 2】 図 1 に示す実施例の波形例である。

【図 3】 従来例の概略構成ブロック図である。

【図 4】 図 3 に示す従来例の波形例である。

##### 【符号の説明】

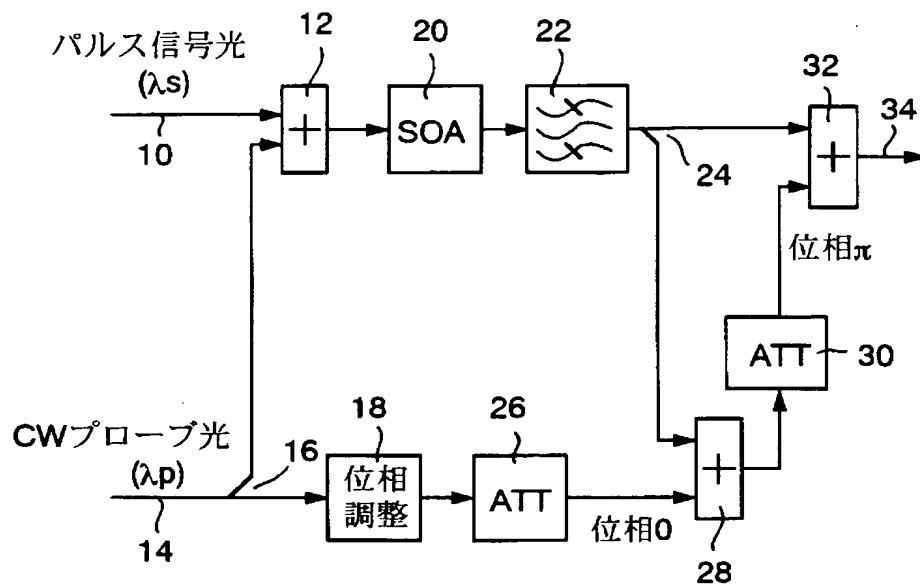
- 10 : パルス信号光
- 12 : 合波器
- 14 : CW プローブ光
- 16 : 分波器
- 18 : 位相調整器
- 20 : 半導体光増幅器 (SOA)
- 22 : 光バンドパスフィルタ
- 24 : 分波器



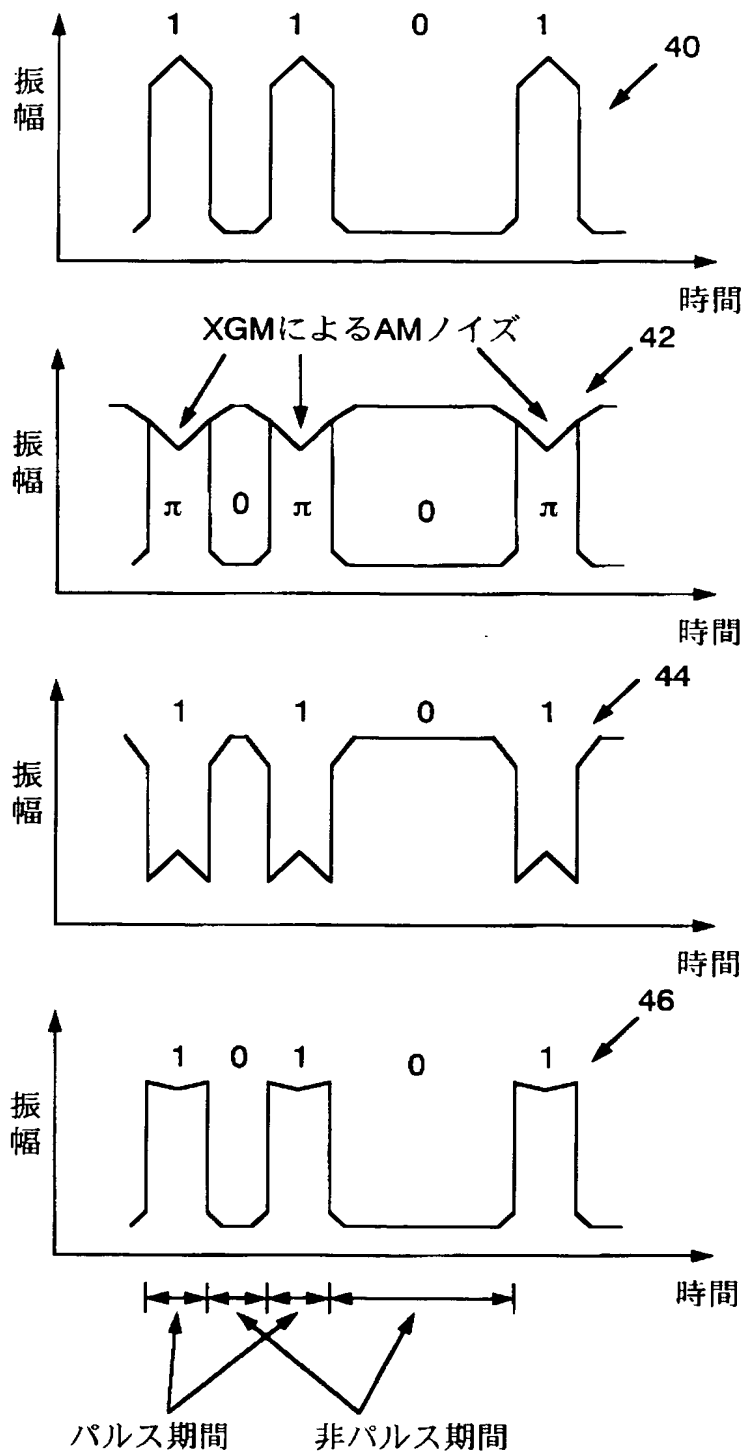
- 2 6 : 減衰器
- 2 8 : 合波器
- 3 0 : 減衰器
- 3 2 : 合波器
- 3 4 : 合波器 3 0 の出力光
- 4 0 : 入力パルス信号光 1 0 の波形例
- 4 2 : P M 変調光の波形例
- 4 4 : 合波器 2 8 の出力光の波形例
- 4 6 : 合波器 3 2 の出力光 3 4 の波形例
- 5 0 : パルス信号光
- 5 2 : 合波器
- 5 4 : C W プローブ光
- 5 6 : 分波器
- 5 8 : 位相調整器
- 6 0 : 半導体光増幅器 ( S O A )
- 6 2 : 光バンドパスフィルタ
- 6 4 : 合波器
- 6 6 : 合波器 6 4 の出力光
- 7 0 : 入力パルス信号光 5 0 の波形例
- 7 2 : 光バンドパスフィルタ 6 2 の出力光 ( プローブ波長  $\lambda_p$  ) の波形例
- 7 4 : 合波器 6 4 の出力光 6 6 の波形例

【書類名】 図面

【図 1】

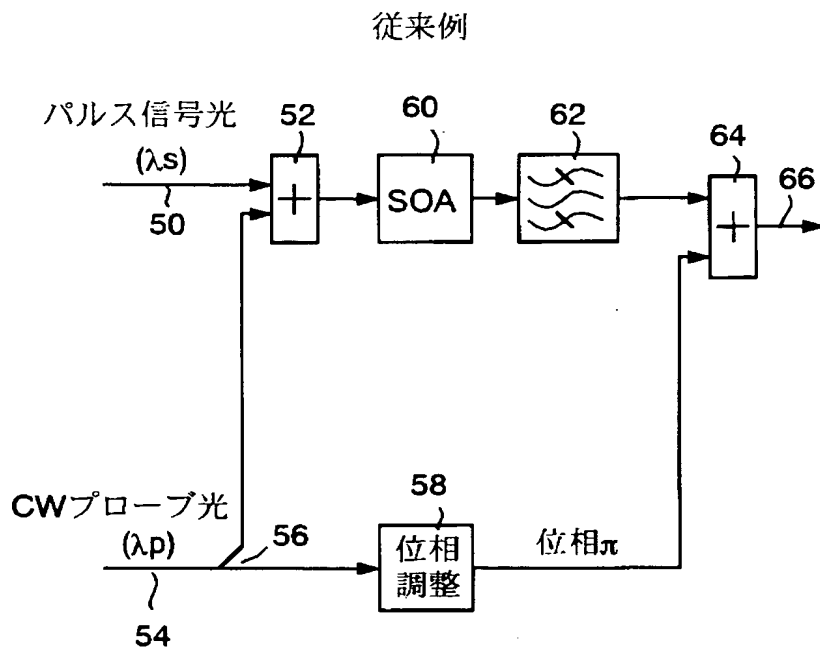


【図2】

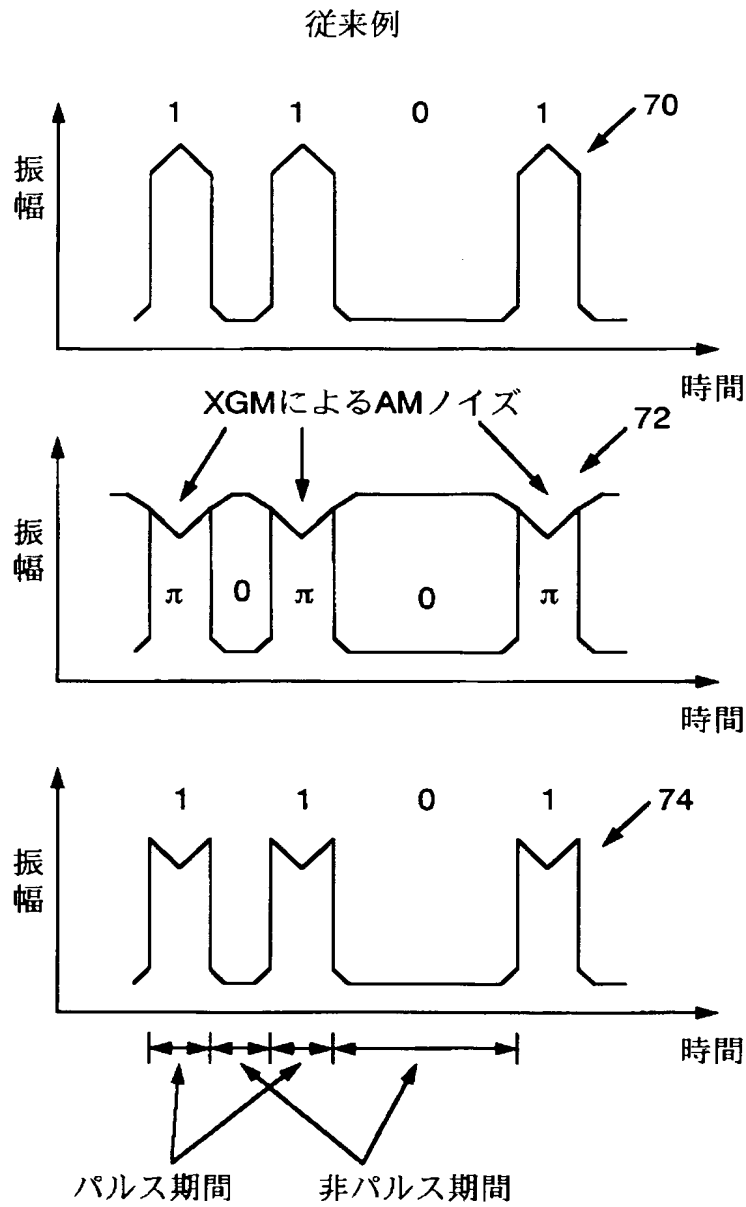




【図 3】



【図 4】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体光増幅器（SOA）のXGM及びパターン効果によるAMノイズを抑圧する。

【解決手段】 SOA 20に、信号波長 $\lambda_s$ のパルス信号光10と、信号波長 $\lambda_s$ とは異なるプローブ波長 $\lambda_p$ のCWプローブ光14を入力する。SOA 20は、XPMにより、パルス信号光10の振幅変化に応じてCWプローブ光14の光位相を変調する。光バンドパスフィルタ（OBPF）22は、SOA 20の出力光からプローブ波長 $\lambda_p$ の成分のみを透過する。分波器24はOBPF 22の出力光を2分割し、一方を合波器26に、他方を合波器28に印加する。位相調整器18及び減衰器26は、プローブ光14の光位相と振幅をそれぞれ調整する。合波器28は、パルス期間で逆の光位相になる位相関係でCWプローブ光14とPM変調光24aを合波する。減衰器30は合波器28の出力光の振幅を調整する。合波器32は、PM変調光24bに減衰器30の出力光を逆位相で合波する。

。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 8 8 8 5 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 0 8 8 9 1 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

2 0 0 1 年 4 月 2 日

名称変更

住所変更

住 所  
氏 名

東京都新宿区西新宿二丁目 3 番 2 号  
ケイディーディーアイ株式会社

2. 変更年月日  
[変更理由]

2 0 0 2 年 1 1 月 2 8 日

名称変更

住 所  
氏 名

東京都新宿区西新宿二丁目 3 番 2 号  
K D D I 株式会社